



# Techniques et usages du bois des mineurs à Faravellum aux XI<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> siècles (Freissinières, Hautes-Alpes)

Vanessa Py

## ► To cite this version:

Vanessa Py. Techniques et usages du bois des mineurs à Faravellum aux XI<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> siècles (Freissinières, Hautes-Alpes). Des hommes et des plantes. Exploitation du milieu et gestion des ressources végétales de la Préhistoire à nos jours, Oct 2009, Antibes, France. pp.293-321. halshs-00996369

**HAL Id: halshs-00996369**

**<https://shs.hal.science/halshs-00996369>**

Submitted on 26 May 2014

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

# Techniques et usages du bois des mineurs à *Faravellum* aux XI<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> siècles (Freissinières, Hautes-Alpes)

Vanessa Py\*

## Résumé

La fouille des mines de plomb médiévales de *Faravellum* situées dans la montagne de Dormillouse (Freissinières, Hautes-Alpes) a livré d'abondants vestiges ligneux provenant de systèmes de boisage et d'étayage, d'équipements et d'aires de travail du bois (chutes, copeaux, éclats, etc.). Associée à l'analyse archéologique du comblement des travaux miniers, leur étude dendrologique et techno-morphologique conduit à une caractérisation approfondie des usages et des techniques développées par les mineurs entre les XI<sup>e</sup> et XIII<sup>e</sup> siècles pour la sélection des arbres, l'abattage, le tronçonnage, le débitage de long, la pose et l'assemblage des bois dans la mine.

**Mots-clés.** Mine, Moyen Âge central, systèmes de boisage et d'étayage, travail du bois, gestes techniques, chaîne opératoire.

## Abstract

Excavations at the *Faravellum* medieval lead mines on the Dormillouse mountain (Freissinières, Hautes-Alpes, France) revealed an abundance of wooden fragments from shoring up systems and from wood working areas (off-cuts, shavings, splinters, etc.). Combined with archaeological analysis of the backfill from working mines dendrological and techno-morphological studies have led to a thorough and detailed characterisation of the usages and techniques developed by miners between the eleventh and thirteenth centuries for tree selection, felling, sectioning, splitting, placement and assembly of timber in the mines.

**Keywords.** Mine, Central Middle Ages, wooden timbering and shoring systems, wood-working, technical gestures, operating chain.

---

\* LAMM UMR 6572, docteur. Maison méditerranéenne des sciences de l'Homme; 5, rue du Château de l'Horloge; B.P. 647; 13094 Aix-en-Provence cedex 2, France. py@mmsh.univ-aix.fr.

## Introduction

Après les sites lacustres, les mines constituent bien souvent un milieu de conservation exceptionnel du matériel organique et plus particulièrement ligneux (Domergue, 1990 ; Ancel, 1992 ; Cauuet, 1997 ; 2001 ; Bailly-Maître *et al.*, 2008). Or, malgré le développement des analyses dendrochronologiques en contexte minier, il faut constater l'extrême rareté des études dendrologiques accordant une place particulière aux propriétés physiques des bois et des essences utilisées, aux traces d'outils, ou encore aux modes de débit et de façonnage. En dépit des efforts récents (Maggiori, 2001 ; Bailly-Maître *et al.*, 2008), les tentatives demeurent trop liminaires, soit à cause de l'indigence des données liées à des découvertes ponctuelles – rares sont les mines fouillées dans leur ensemble – soit en raison de l'absence de consensus entre les archéologues miniers au sujet de l'étude technique des bois de mine. Dans le secteur de *Faravellum*, exploité du X<sup>e</sup> au XIII<sup>e</sup> siècle, la découverte depuis 2005<sup>1</sup> de nombreux vestiges en bois parfaitement conservés, en place, effondrés ou enchevêtrés dans le comblement des travaux, a motivé le développement d'une recherche sur les techniques et les usages du bois dans la mine et autour d'elle. Parallèlement aux problèmes de la sécurité, de l'aménagement et de l'organisation des aires de travail, qui seront traités ailleurs, cette recherche a pour objectif de restituer les gestes techniques, les maillons de la chaîne opératoire depuis le prélèvement des bois en forêt jusqu'à leur pose, et d'évaluer le niveau de technicité des ouvriers. Elle est fondée sur l'analyse techno-morphologique des bois de construction, des menus bois et des déchets de taille, associée à celle des traces d'outils. De plus, elle ouvre des pistes de réflexion sur les relations entre l'élaboration de systèmes techniques et la gestion des ressources minières et forestières en haute montagne.

## Contexte et provenance du matériel ligneux

### *Les mines de Faravellum : X<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> siècles*

Les mines de plomb de *Faravellum* sont réparties sur quatre sites échelonnés entre 1 970 et 2 100 m d'altitude dans la montagne pastorale de Dormillouse : « Faravel I », « Faravel II », « Fangeas » et le « Réseau de la Cascade » (Py, 2009) (fig. 1). Les minéralisations sont encaissées dans le socle gneissique d'anciens schistes primaires, granitisés. Elles forment des filons très réduits en longueur et en profondeur. Des fentes de quartz et de calcite sont localement minérali-

---

1. Entreprise depuis 2003, l'enquête de terrain sur les vestiges miniers de la montagne de Dormillouse a fait l'objet de cinq campagnes de fouilles codirigées avec B. Ancel (CCSTL, L'Argentière-la-Bessée) et avec S. Burri (doctorant, LAMM UMR 6572) en 2007. Elle a pris part à quatre programmes de recherches sur les interactions homme-environnement dans la montagne sud-alpine, dont le plus récent est le GDR Juralp 2992 « Dynamique holocène de l'environnement dans le Jura et les Alpes : du climat à l'homme », dirigé par M. Desmet (EDYTEM, Chambéry), M. Magny (LCE, Besançon) et Fl. MOCCI (CCJ, Aix-en-Provence).

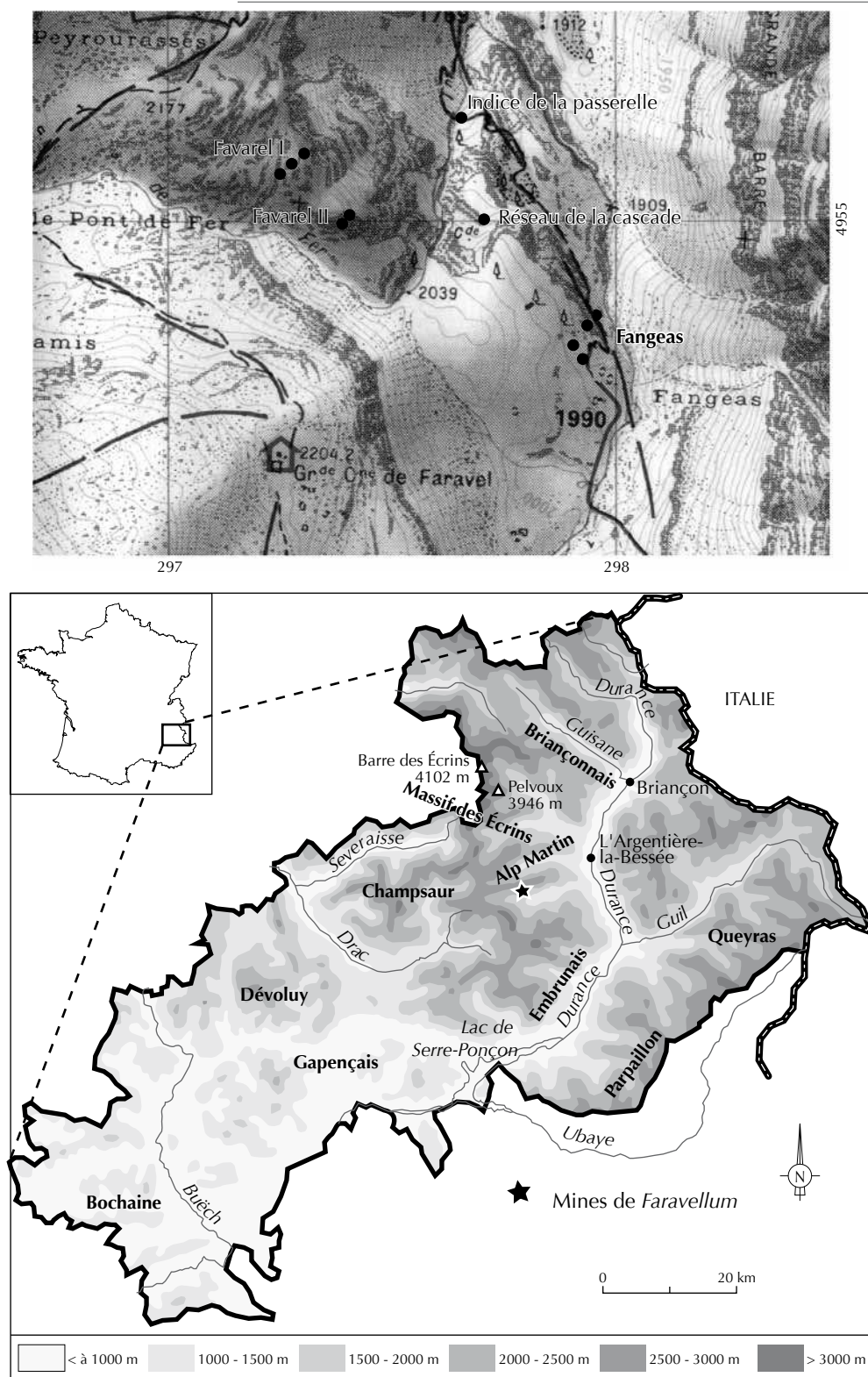


Fig. 1. Localisation des mines de la montagne de Dormillouse sur les cartes nationale et régionale et un extrait de la carte IGN au 1/10000.

sées en galène, blende et chalcoppyrite (Py, Ancel, 2007). Les travaux miniers se composent d'amorces d'exploitations (tranchées, grattages, galeries, foncées) et de travaux profonds de plusieurs mètres (chantiers, puits) développés sur les zones enrichies et associés à des épandages de déblais (haldes) (Py, Ancel, 2007; Py, 2009). Fondé sur plusieurs analyses radiocarbone (9) et dendrochronologiques (16) (étude en cours, J.-L. Édouard, CCJ, Aix-en-Provence), leur phasage chronologique s'étire du X<sup>e</sup> au XIII<sup>e</sup> siècle. De façon plus détaillée, la phase de prospection datée du milieu du X<sup>e</sup> siècle a été corrélée avec un épisode de déboisement (incendies) précédant la création de terroirs agropastoraux (Py, 2009). Le développement principal de l'activité d'extraction sur les zones enrichies est placé entre le XI<sup>e</sup> et le XII<sup>e</sup> siècle. L'exploitation médiévale perdure jusqu'aux premières décennies du XIII<sup>e</sup> siècle. Un dernier épisode de recherche infructueux a lieu durant la deuxième moitié du XIII<sup>e</sup> siècle.

Les minerais inclus dans des roches dures ont été extraits avec la technique d'abattage par le feu (Ancel, Py, 2008). Les parois des ouvrages montrent souvent des surfaces lisses et arrondies. Par endroits, elles sont plus irrégulières en raison de la fracturation légère de la roche (purgée manuellement ou effondrée). Dans les zones de faiblesse, comme sur certains affleurements (Faravel II), l'abattage par le feu a été combiné avec la taille manuelle. Rejetés en surface ou stockés dans les travaux, les déblais se caractérisent par des dépôts carbonisés plus ou moins riches et stratifiés (Py, 2009).

Composé d'éléments d'étais, de platelage et d'équipement, d'objets, de chutes et de déchets de taille, le matériel ligneux provient des remplissages d'un chantier subvertical (Grande Fosse) et d'un puits d'extraction (Grand Puits) situés sur le site de Fangeas (fig. 1). Au moment de leur découverte, ces ouvrages étaient entièrement ennoyés<sup>2</sup>, comblés et scellés par des colluvions. Leur discrétion en surface ne préfigurait pas le caractère exceptionnel des vestiges découverts.

## La Grande Fosse

Précédé au nord par un petit couloir en cuvette et prolongé au sud-ouest par une galerie de recherche longue de 2,50 m, le chantier ouvert au jour entaille un replat (alt. 1 983 m) et la moitié inférieure d'un ressaut rocheux. Au sud-est, il suit la fracture stérile du filon. Du côté ouest, vers 2 m de profondeur, il s'allonge et sa longueur atteint 12 m. Il est presque vertical et suit le pendage du filon incliné à 80° sud-est. Sa largeur varie entre 50-80 cm et plus de 1 m et sa base pourrait se situer vers 8 m de profondeur<sup>3</sup>. Les concavités des parois lisses et arrondies témoignent des différentes étapes de progression de l'extraction.

---

2. Les travaux n'étant pas équipés d'ouvrage d'exhaure, ils ont été siphonnés avant chaque campagne de fouille.

3. Un complément de fouille prévu en 2011 précisera le point bas du chantier.

Scellée par un cône d'éboulis issu d'un comblement volontaire *post-exploitation*<sup>4</sup>, la partie supérieure de son remplissage reposait à 3 m de profondeur sur les remblais d'un plancher en place, conservé sur 6 m de longueur (fig. 2, 2). Du côté de la paroi du mur du filon (nord), l'épandage pierreux contenait des grands bois déversés dans la fosse au moment du comblement (fig. 2, 1). Sous le niveau du plancher, il se poursuivait jusqu'au point bas de la fosse et coiffait des remblais miniers noirs et de nouveaux grands bois enchevêtrés (fig. 2, 3). Manifestement effondrés après la rupture de l'extrémité nord-est du platelage, ces remblais s'étendaient jusqu'au fond du chantier jonché d'autres grands bois disposés pêle-mêle (fig. 2, 4). Riches en menus bois, en déchets de travail et en fragments d'écorces de résineux, les remblais noirs sont issus de la mobilisation de la halde pour combler la fosse. Une partie des matériaux provient donc d'une aire de travail située sur le carreau de la mine, tandis que les grands bois ont été récupérés pour participer à l'obturation du chantier.

Le plancher en place est constitué d'une dizaine d'étais transversaux qui supportent des plateaux refendus, des pièces à sections quadrangulaires refendues et des rondins (fig. 2, 2 et fig. 3). Du côté nord-est, une zone de circulation verticale a été condamnée par un platelage de fortune. Le plancher originel, dont certains éléments sont en situation de réemploi, a fait l'objet de plusieurs réparations par les mineurs.

L'analyse radiocarbone des charbons de bois prélevés dans les sols de la galerie de recherche et du couloir d'entrée place une première phase d'exploitation entre la deuxième moitié du XI<sup>e</sup> et la première moitié du XII<sup>e</sup> siècle. Les analyses dendrochronologiques en cours devraient préciser cette chronologie et donner des informations sur les différentes phases de construction-réparation du plancher en place et des autres systèmes temporaires de platelage, d'étagage ou d'équipement, démontés, abandonnés ou réemployés.

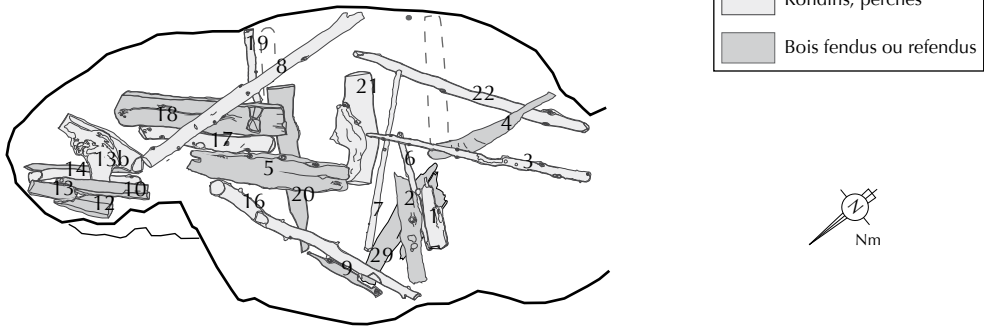


**Fig. 3.** *Cliché de la Grande Fosse pris depuis le point bas sud-ouest avec vue des boisages en place conservés in situ (étais, plancher et barrage) (cl. B. Ancel).*

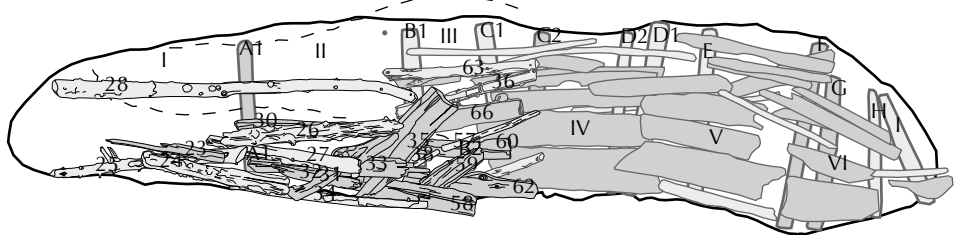
4. Ce comblement est interprété comme une volonté de réparer les terrains excavés attestée par les sources réglementaires médiévales (Py, 2009).



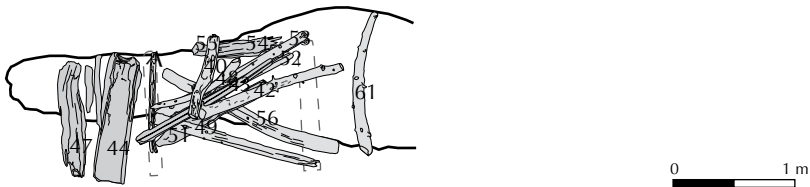
1. Bois supérieurs du cône d'ébouilis



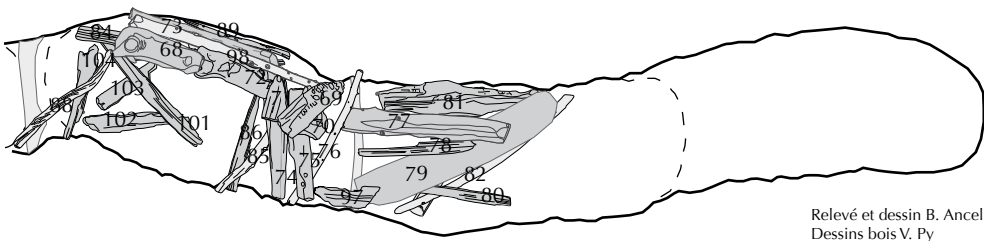
2. Bois du plancher en place



3. Bois sous le niveau du plancher réparé, sur les remblais noirs

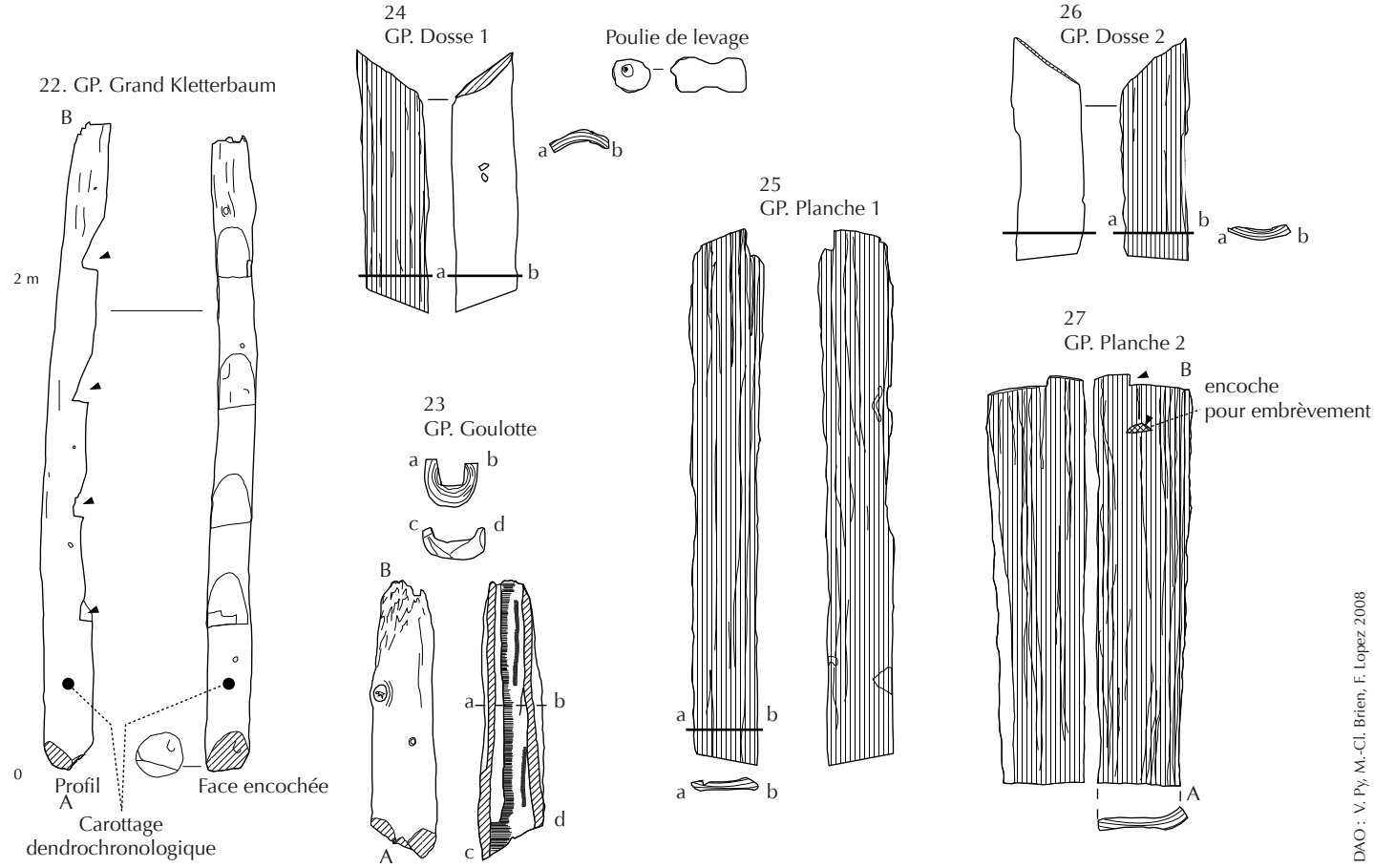


4. Bois sous le niveau du plancher, vers la base des remblais noirs



Relevé et dessin B. Ancel  
Dessins bois V. Py

Fig. 2. Relevés en plan des grands bois de la Grande Fosse et du plancher (B. Ancel, V. Py).



DAO : V. Py, M.-Cl. Brien, F. Lopez 2008

**Fig. 4.** Dessins des pièces maîtresses provenant du comblement supérieur du Grand Puits (V. Py, F. Lopez et M.-Cl. Brien).



## Le Grand Puits

Situé juste en amont de la Grande Fosse, le Grand Puits (alt. 1998 m) couronne une zone de halde étendue sur 400 m<sup>2</sup> environ. Cet ouvrage vertical de forme subrectangulaire aux parois abruptes et aux dimensions spacieuses (2,50 × 2 m) a été développé indépendamment de la minéralisation pour faciliter l'exploitation d'un chantier remblayé avec lequel il communique. Il a été fouillé sur seulement 2,90 m de profondeur<sup>5</sup>, mais doit s'enfoncer sur plusieurs mètres.

Coiffé par des colluvions, le sommet de son remplissage était traversé par des grands bois enchevêtrés. Les variations latérales des dépôts reflètent des arrivées de colluvions par les bords du puits et par les dépressions qui drainent naturellement les eaux de pluies. Du côté sud, juste en aval d'un grattage sur le filon, une épaisse couche constituée de colluvions et de déblais miniers recouvrait une strate de cailloutis et de blocs inclus dans une matrice de graviers et de sables renfermant d'abondants débris de bois de refend. Cette strate (US 3), liée à un comblement volontaire, scelle un niveau de mousses végétales en contact avec une zone riche en tronçons de branches et de perches (Py, 2009, II : p. 645-650). La continuité de ce niveau et sa relation stratigraphique avec les grands bois suggèrent l'existence d'un plancher effondré, supporté par des poteaux massifs, couvert de branchages colmatés par des mousses. Découverts dans l'enchevêtrement, les planches, les tronçons de dosses, les deux échelles monoxyles (*Kletterbaiüme* ou troncs à grimper), la goulotte et la poulie (fig. 4 et 5) équipaient l'embouchure du puits pour le transport, la circulation verticale (treuil, glissière) et l'exhaure.

Réalisées à partir des charbons de bois issus des remblais miniers fouillés à l'entrée du chantier, les analyses radiocarbone datent provisoirement son exploitation entre la deuxième moitié du XI<sup>e</sup> et la première moitié du XII<sup>e</sup> siècle.



**Fig. 5.** Découverte de la goulotte (GP23) du Grand Puits lors de la fouille (cl. B. Ancel).

5. La fouille du Grand Puits doit se poursuivre en 2011.

## Méthodes de l'analyse du matériel ligneux

À l'exception des boisages en place conservés *in situ* (fig. 3), la totalité des vestiges ligneux a été relevée en plan et en coupe, photographiée et prélevée. Les grands bois intransportables ont été étudiés sur place (mesures, observations et dessins techniques, photographies), inventoriés, puis replacés dans la mine à la fin de chaque chantier. Les autres bois stockés dans des sacs « minigrip » sont conservés dans des conteneurs climatisés et étudiés en laboratoire. Quelques pièces exceptionnelles (poulie, fond de cuveau et semelle en cuir) ont bénéficié d'un traitement conservatoire par le laboratoire ARC-Nucléart (Grenoble).

Dans le but de caractériser des groupes de fragments liés à des étapes de la chaîne opératoire ou à l'usage d'outils différents (largeur du tranchant), les menus bois, les chutes, les déchets de travail et les débris de bois ont fait l'objet d'une série de mesures (sections et longueurs). Le diamètre minimal des pièces présentant du bois de cœur et de l'aubier (rondins, dosses, planches ou plateaux et quartiers) a été évalué.

La spécification des techniques du travail du bois repose sur l'étude des traces de coupes (Arnold, 1992; Chabal, Feugère, 2005; Pillonel, 2007). Elle consiste à analyser les enlèvements, leur forme et leur organisation, les plans de fente et la direction des entailles. Les macrotraces conservées sur le fond des enlèvements ou sur les plans de coupe peuvent, quant à elles, donner des informations sur l'état du tranchant de l'outil (Pillonel, 2007: p. 49). Elles sont observables à l'œil nu sous une lumière rasante, mais nécessitent le plus souvent une observation plus fine à la loupe binoculaire reliée à une station d'analyses d'images. Leur étude quantitative approfondie et la constitution de référentiels est en cours.

La reconnaissance des bois d'appui, des supports, des assemblages et des éléments architecturaux s'appuie sur des comparaisons archéologiques,

Ouvrages miniers	Grand Puits	Grande Fosse
Bois d'échafage et de construction	26	97
Équipement (échelle, goulotte etc.)	4	7
Mobilier (poulie, cuveau, manches, etc.)	1	18
Menus bois (travaillés ou non) – déchets	169	565
<b>Total</b>	<b>200</b>	<b>687</b>

**Tab. 1.** Décompte des différents vestiges ligneux.  
(Remarque: les tableaux 2, 3 et 4 sont disponibles en fin d'article.)

n° bois	l (cm)	L (cm)	ép. (cm)	dia. (cm)	essence
GF 51	115	13	4	20	<i>Larix-Picea</i>
GF 54	70	17	3	34	<i>Larix-Picea</i>
GF 59	55	20	3	28	<i>Larix-Picea</i>
GF 62	111	21	6	70	<i>Larix-Picea</i>
GF 93	51,5	20,5	8	24	<i>Larix-Picea</i>
GF 96	78,5	12,3	6	18	<i>Larix-Picea</i>
GP 24	90	25	5	40	<i>Larix-Picea</i>
GP 26	79	25	4	60	<i>Larix-Picea</i>

**Tab. 5.** Évaluation du diamètre d'origine (en cm) des arbres débités pour la production de dosses.  
(Remarque: les tableaux 2, 3 et 4 sont disponibles en fin d'article.)

iconographiques et ethnographiques, et sur l'expérience d'artisans du bois sollicitée pour cette étude.

À l'heure actuelle, l'identification xylologique concerne les grands bois, les objets travaillés et un échantillon de chutes (voir tab. 1, 2, 3 et 4). De façon générale, la méthode adoptée est la même que pour l'anthracologie (Chabal, Feugère, 2005: p. 141). Mais, en raison de l'effondrement des structures anatomiques dû à la dessiccation du bois, l'observation des coupes transversales des bois peu denses a imposé le recours à la microscopie en transmission.

## Gestes, outils et chaîne opératoire technique du travail du bois

### *L'acquisition*

Pour limiter le travail de transformation – préparation des billes, tronçonnage, débit de long, façonnage –, les mineurs de Fangeas ont exploité prioritairement des bois jeunes (20-25 ans) et plus matures (45-50 ans) utilisés bruts pour la construction et l'éclayage (fig. 6 et voir Petitcolas *et al.*, 1997: p. 739). Les bois destinés au débitage de long pour la production de pièces planes (planches, plateaux, dosses) proviennent d'individus matures et âgés atteignant au moins 75 à 100 ans (tab. 5) (Py, 2009). *A priori*, les individus choisis n'ont pas fait l'objet de martelage, mais les activités de transformation ont pu oblitérer les marques. 91,1 % des grands bois sont du Mélèze (*Larix-Picea*) et

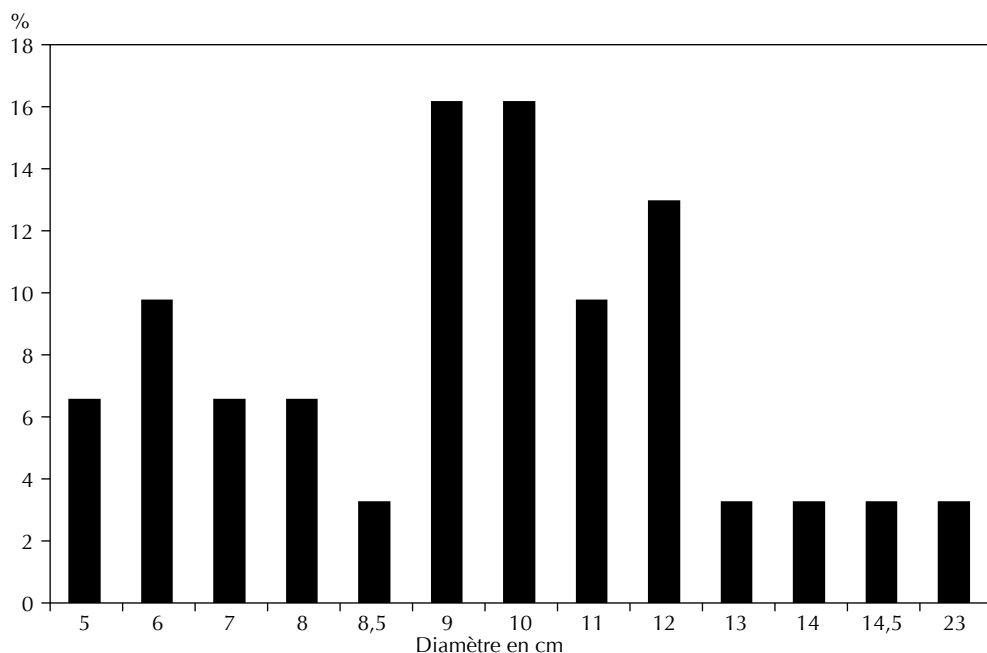


Fig. 6. histogramme des fréquences relatives des différentes classes de diamètres des rondins.

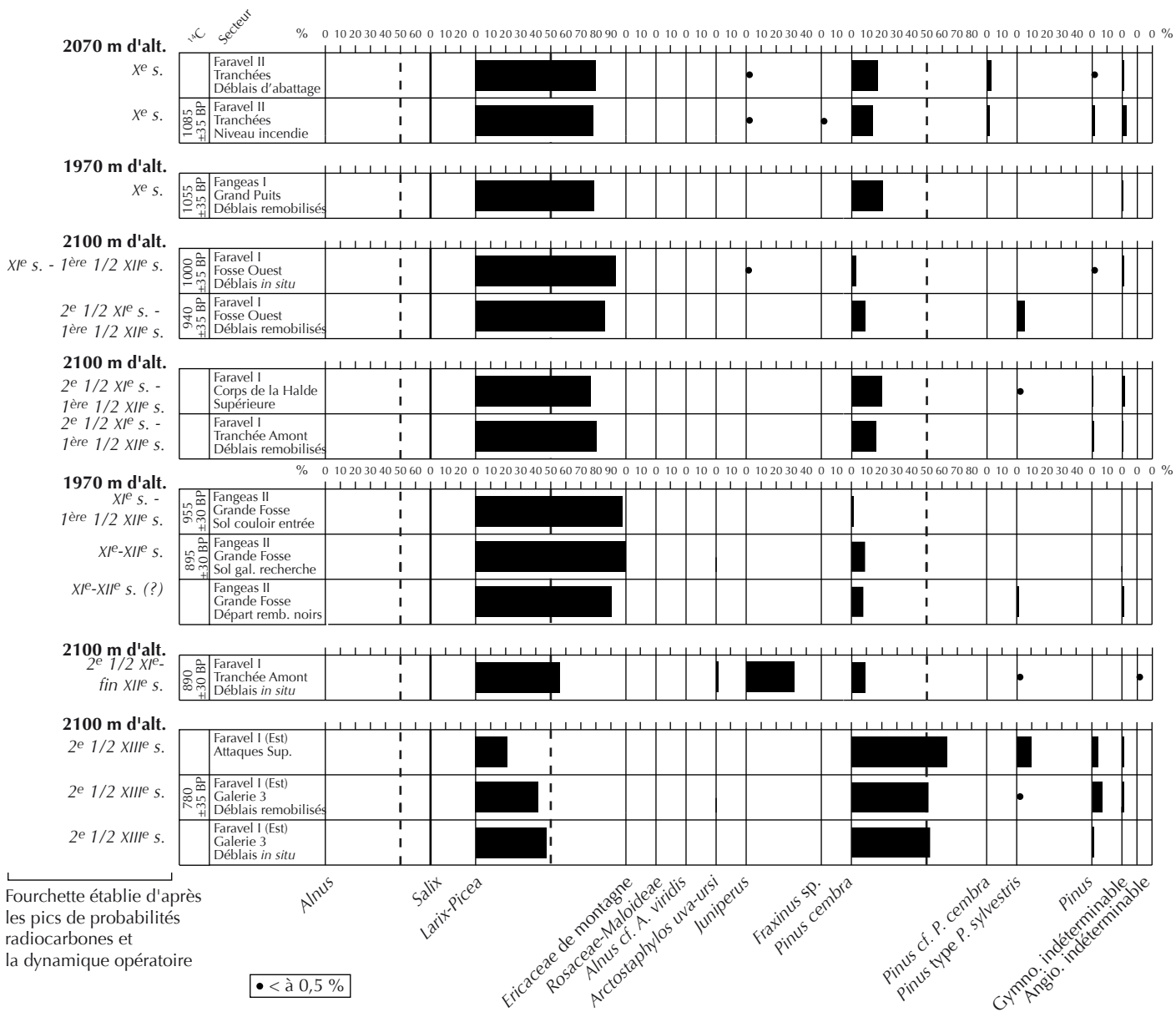
8,9 % du Pin cembro (*Pinus cembra*) (tab. 2 et 3). Cette sélection doit être en grande partie imputée aux disponibilités environnementales.

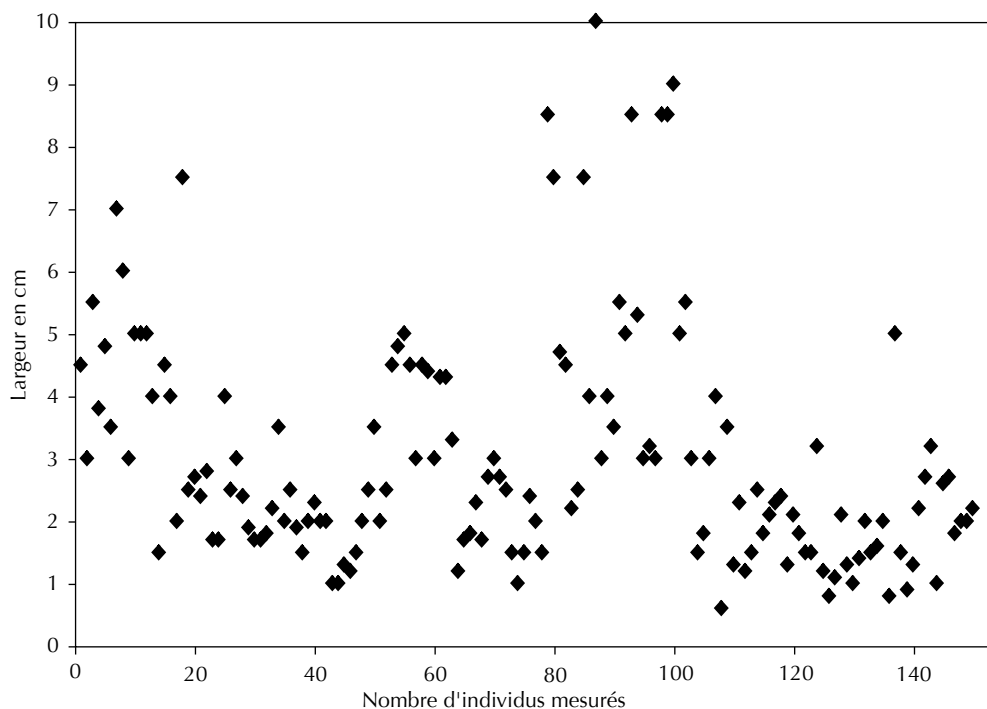
L'aire d'approvisionnement des mineurs a été caractérisée par l'étude des charbons de bois issus de l'abattage par le feu (Py, Ancel, 2007 ; Py, 2009) (fig. 7). Avant l'an Mil, localisée entre 1 970 et 2 100 m d'altitude, elle est dominée par *Larix-Picea* (78,5 %) et les pins de haute montagne dont le Pin cembro (14,9 %), essences caractéristiques de l'étage subalpin. Leurs proportions suggèrent que cet espace était déjà anthropisé avant l'arrivée des prospecteurs. Entre l'an Mil et la fin du XII<sup>e</sup> siècle, le diagramme anthracologique signale l'expansion du mélèze aux dépens du Pin cembro, moins dynamique et menacé par la double pression de l'activité minière et agropastorale. Les mineurs paraissent s'approvisionner presque exclusivement dans les forêts d'ubac, dominées par *Larix-Picea* qui peut constituer à cette altitude des formations morcelées de type prébois recouvrant des prairies à haute valeur agropastorale. Pour les sites situés autour de 2 100 m d'altitude, l'aire d'approvisionnement est orientée progressivement, en ubac comme en adret, vers les derniers bouquets forestiers d'altitude (débardage sur 100 à 300 m de dénivelée en fin d'exploitation) composés de *Pinus cembra*, *Pinus* type *P. sylvestris*, *Larix-Picea*. Dans le corpus de bois gorgés d'eau, la nette surreprésentation de *Larix-Picea* aux dépens des pins de montagne peut aussi s'expliquer par son choix prioritaire pour ses qualités intrinsèques (imputrescibilité).

Les bois échantillonnés pour la dendrochronologie ont rarement conservé leur écorce dont seule la présence détermine de façon certaine la saison d'abattage. Mais l'enveloppe corticale s'étant détachée des bois durant leur séjour en milieu humide (écorce prélevée en paquet autour des bois au fur et à mesure de la fouille), il est probable que le dernier cerne conservé est aussi le dernier cerne de croissance de l'arbre. Pour l'heure, l'approche n'est pas statistiquement fiable. Les quelques bois pour lesquels une détermination a été possible ont été abattus en automne ou en hiver (bois final). Autour de 2 000 m d'altitude, cette période s'étend de la fin octobre ou début novembre à la fin mai (Ozenda, 1994 : p. 179). Les textes médiévaux haut-alpins confirment ce calendrier pour l'abattage du bois d'œuvre (Bernardi, 2008 : p. 69-70). En se fondant sur le postulat d'une mise en œuvre presque immédiate des bois dans la mine (Maggiori, 2001) après leur transformation, les mineurs auraient travaillé à Fangeas durant la morte-saison agropastorale.

L'abattage à proprement parler peut être précédé de l'ébranchage et de l'éhoupage (opérations obligatoires pour les sujets de futaies). À Fangeas, les grosses billes qui ont subi d'autres transformations importantes n'ont malheureusement pas conservé les traces de ce maillon de la chaîne opératoire. Les autres billes, dont le diamètre est surtout compris entre 5 et 12 cm (fig. 6), sont toutes ébranchées, mais elles n'ont pas été éhoupées à l'exception des troncs les plus forts. La majorité des branches de petites tailles a été abattue d'un seul coup d'outil (fig. 8). Les branches élaguées à la hache présentent une coupe en biais nette d'un côté et un arrachement de l'autre.

Fig. 7. Diagramme anthracologique de synthèse des mines de Fangeas-Farvel (V. Py).





**Fig. 8.** *Diamètres en cm des menues branches provenant de la Grande Fosse et du Grand Puits (1 point = 1 branche).*

Les techniques d'abattage sont différentes pour les jeunes tiges et les troncs de faible et de fort diamètre. À Fangeas, cette opération attestée par les enlèvements et les plans de fente est réalisée à la hache ou à la cognée (enlèvement d'éclats) pour les arbres matures et à la hachette ou à la serpe pour les très jeunes arbres (en principe, moins de 5 cm de diamètre pour la serpe). Les arrachements présents aux extrémités de nombreuses jeunes tiges ou branches suggèrent un abattage par arrachage manuel parfois précédé d'un ou deux coups de hache. Les jeunes troncs abattus à la hache montrent en général deux traces de coupes (encoches opposées). Une première entaille est pratiquée en biais d'un côté du tronc en dépassant son centre et une seconde est opérée du côté opposé pour provoquer la chute de l'arbre (fig. 4, pièce 22, A). La deuxième entaille peut nécessiter plusieurs coups d'outil dont le nombre augmente en proportion du grossissement du diamètre du tronc à abattre.

À Fangeas, l'abattage des gros arbres se faisait à la cognée, mais sans l'usage combiné de la scie passe-partout qui se diffuse timidement à partir du XV<sup>e</sup> siècle et qui se généralise pour l'abattage au XVIII<sup>e</sup> siècle. Ses traces, aisément reconnaissables par des stries profondes, larges, grossières et non parallèles entre elles, n'ont jamais été repérées sur les abouts des billes et des bois débités.

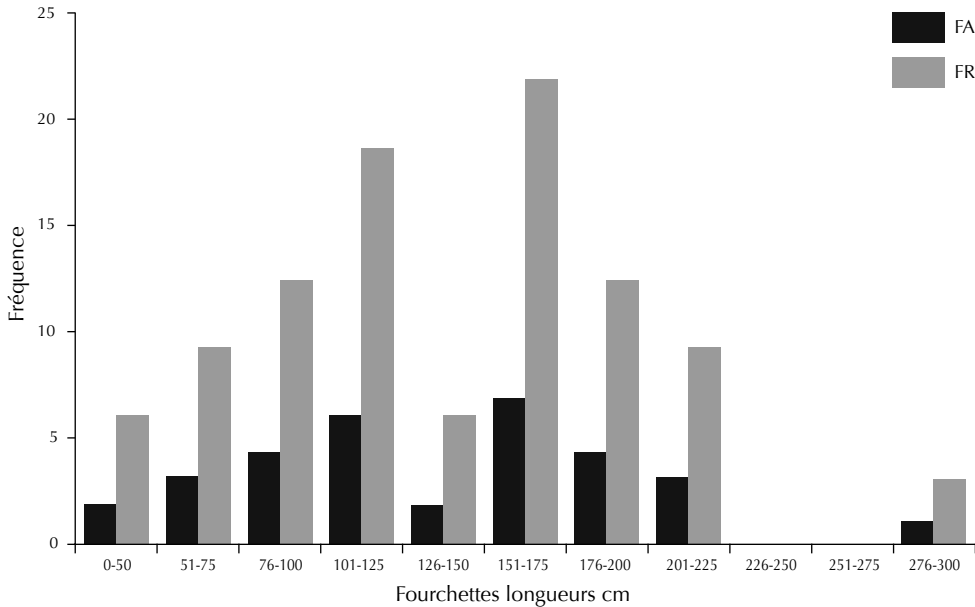
Quelques troncs et pièces de bois montrent encore les marques de l'égo-belage : série d'entailles tangentielles plus ou moins régulières qui couronnent la base du tronc (fig. 4, pièce 23, A). Cette opération consiste à réduire les empattements à la hache (ou à la cognée). La première entaille est opérée du côté où l'arbre doit tomber. Elle ne pénètre pas au-delà du tiers du diamètre. L'arête intérieure a une forme d'arc de cercle conservée par ce côté de la charnière. L'abattage est réalisé du côté du tronc non entaillé. La nouvelle entaille est opérée légèrement au-dessus de l'entaille de direction vers la charnière en réduisant son épaisseur avec des coups de cognée obliques et perpendiculaires au fût créant des éclats. Le tronc est ainsi entamé jusqu'à la charnière. La base du tronc abattu est par conséquent légèrement oblique ou en V lorsque les entailles sont réalisées au même niveau.

Aucun stigmate de transport lié au traînage (abrasion) ou au lançage n'a été identifié. Les bois utilisés bruts (rondins) avec un diamètre rarement supérieur à 10 cm (fig. 6) ont pu être simplement transportés à l'épaule (voir Pillonel, 2007 : p. 94). Cette hypothèse va dans le sens d'un approvisionnement local (à l'échelle du versant ou du vallon) déjà suggéré par le corpus de taxons identifiés et l'anthracologie (Py, 2009). Pour les bois de plus fort diamètre, généralement débités en planches ou plateaux ou grossièrement équarris ou ouvragés, les traces de transport, si elles ont existé, n'ont pas été conservées. De plus, si la vidange des coupes a été réalisée à une saison où l'humus est épais (automne) ou lorsque le sol est couvert d'un manteau neigeux (automne-hiver), comme le suggèrent les saisons d'abattage (étude en cours), les risques d'usures sont très limités. En effet, le débardage en forêt ne laisse que peu de traces (Pillonel, 2007) et, lorsqu'il est parfaitement contrôlé, le lançage réduit les possibilités d'usure et d'abrasion de la périphérie du tronc. Cette hypothèse a été vérifiée sur des billes de mélèze débardées par lançage, à l'entrée de l'automne, sur plus de 200 m de dénivelé, par des habitants du hameau de Dormillouse.

## Les étapes de la transformation jusqu'à la pose

À Fangeas, après le débardage, le traitement des billes pour préparer les opérations de transformation est limité. Un raclage secondaire des bases épatées de certaines branches à l'aide d'une hache ou de l'herminette n'est pas exclu, mais les macrorestes associés à cette pratique sont rares. La plupart des bois exhumés n'ont pas fait l'objet d'une opération d'écorçage à proprement parler. Sur certaines pièces, des petits enlèvements ovalaires entamant le bois sur une très faible épaisseur et des fines stries obliques par rapport au fil du bois liées aux aspérités du tranchant utilisé pour décoller l'écorce indiquent un pelage ponctuel et localisé. La présence de quelques pièces de bois issues clairement de l'étêtage du houppier suggère leur segmentation sur le carreau de la mine. Le blanchissage destiné à dégager des faces planes pour la confection de poutre ou de poteau ou pour préparer le débit des pièces planes est pratiqué de façon marginale. Les principales activités de transformation attestées par la





**Fig. 9.** *Histogramme des longueurs de découpe des rondins en cm.*

morphologie des bois, les enlèvements et des déchets sont le débit de long et, dans une moindre mesure, le tronçonnage. En effet, cette opération est difficile à déterminer à partir des stigmates de découpe, mais il n'est surtout guère possible de la placer avec sûreté avant ou après le débardage. Les rondins utilisés pour l'étagage et les boisages présentent des fourchettes de longueurs majoritairement comprises entre 0,76 et 1,25 m et entre 1,51 et 2,00 m. Globalement, elles correspondent aux variations de la largeur du chantier de la Grande Fosse (fig. 9) et les billes destinées au débit des pièces quadrangulaires ont, de toute évidence, été calibrées sur le lieu de leur utilisation. La calibration des rondins produit des déchets caractéristiques – parties sommitales fourchues ou courts segments de rondins ou de perches – reconnus à neuf reprises. Les coupes sont perpendiculaires ou en biseaux simples ou doubles. Les biseaux doubles sont le résultat de coupes par entailles opposées réalisées à la hache d'abattage, qu'il ne faut pas confondre avec des stigmates d'abattage (présence de charnière). Le tronçonnage des billes de fort diamètre est attesté sur les pièces fendues et refendues (dosses, planches) par des coupes obliques (fig. 4, pièces 24, 25, 26), perpendiculaires ou en biseaux doubles avec un angle d'ouverture très évasé. Ces dernières sont le résultat d'un tronçonnage par entailles opposées et symétriques. Bien connue par des hommes de l'Âge du bronze, cette technique économise de l'énergie et de la matière (Pillonel, 2007 : p. 60-61).

À Fangeas, aucune poutre équarrie, avec quatre faces d'équerre et égales, n'a été retrouvée. Il faut en déduire que l'équarrissage était une opération proscrite. Les bois à section quadrangulaire, les planches, les plateaux et les

dosses (fig. 4, pièces 25-27) sont tirés du débitage des billes par fentes radiales ou tangentielles avec la technique de la refente. Elle consiste à battre avec une masse en bois des coins placés dans une fente amorcée à la hache de façon à forcer la séparation longitudinale. Les pièces refendues présentent des sections variées et des surfaces irrégulières liées soit à un mauvais contrôle des fentes de débitage, soit à l'intention de produire du bois de chauffe. Des traces de coins ont été relevées sur certaines pièces dont la section est proche de celle d'une planche. Lorsqu'elle est maîtrisée, cette technique permet de conserver la résistance et l'élasticité du bois (Pillonel, 2007 : p. 61), fondamentale en contexte minier à cause des efforts de flambement exercés par la roche. La majorité des pièces de bois planes de sections quadrangulaires ou triangulaires proviennent d'un débitage par fente tangentielle ou radiale de billes ou de grumes pas ou faiblement blanchies. Les planchettes présentant une section triangulaire (merrains) ont été débitées « sur maille en rayon » ou par fente radiale. Pour des pièces longues et de fort diamètre, cette technique nécessite un véritable savoir-faire (précision du geste et force du coup). Elle consiste à débiter avec une hache des planchettes en suivant les rayons médullaires du bois. Pour les billes plus importantes, il est nécessaire de loger des coins à leur about. À Fangeas, l'extrême irrégularité de certaines pièces est à attribuer à l'utilisation de billes avec des nœuds.

Les quartiers de sections triangulaires ou trapézoïdales sont obtenus par débitage par fente radiale. Le débit par fente tangentielle ou oblique a été utilisé en complément pour faire tomber la moelle et des angles aigus.

Les pièces débitées de long ou simplement ébranchée et tronçonnée peuvent faire l'objet d'une opération de façonnage englobant les entailles et les percements destinés à faire des assemblages (entaille, embrèvement, chevillage, mortaise). À Fangeas, quelques rares pièces témoignent d'un entaillage : enlèvement successif de matière sous forme d'éclats et de gros copeaux. Suivant le sens de coupe, les traces laissées par l'outil et la forme du copeau sont différentes. L'entaillage se résume à quelques coups de hache inclinée de façon tangentielle oblique pour la réalisation des encoches d'embrèvements (fig. 4, pièce 27). Les autres opérations les plus courantes d'entaillage sont la coupe perpendiculaire en bois debout pour le calibrage des longueurs pouvant être réajustées au moment de la pose. Légèrement décalés latéralement, les coups de hache sectionnent perpendiculairement les fibres ligneuses. Le tronçonnage par entaillage est aussi pratiqué par entailles opposées. Pour l'entaillage des marches du grand *Kletterbaum*, l'opérateur a combiné les coupes longitudinale et perpendiculaire, avec une légère oblicité (fig. 4, pièce 22). La technique de fendage est utilisée pour rectifier la surface des planches, des planchettes et des pièces à section quadrangulaire obtenues par débit radial ou tangentiel. Les traces d'outils observées sur quelques pièces débitées par fente tangentielle témoignent aussi d'un façonnage de surfaces planes par entaillage. Une partie des menus bois refendus et éclissés provient de cette opération de fendage exécutée sur le carreau de la mine.

Les pièces d'équipement façonnées ont été exécutées par la technique d'entaillage. La coupe longitudinale est systématique pour le façonnage du dos des goulottes et l'appointage des piquets. Les déchets levés à la suite d'un dégrossissage par entaille longitudinale sont plus larges que longs. L'évidement de la zone d'écoulement est réalisé à l'herminette par entaillage tangentiel et perpendiculaire (fig. 4, pièce 23). Le creusement des orifices d'insertion est réalisé par entaillage perpendiculaire, le plus souvent légèrement oblique et longitudinal (fig. 10). Les fibres sont sectionnées perpendiculairement grâce au tranchant étroit d'une hache ou d'un ciseau à bois. Les rares mortaises sont évidées à l'aide d'une tarière dont les trous sont encore visibles aux quatre coins de l'orifice, puis terminées à l'ébauchoir.

Certaines pièces de mobilier et l'outillage ont fait l'objet de finitions. Les traces d'outils sont très discrètes sur les manches, levier à butée, douelles et fonds de cuveaux. La volonté de faire disparaître les aspérités est motivée par l'amélioration du confort de préhension ou la recherche de cohésion des pièces entre elles. Les stigmates du façonnage paraissent régularisés au rabot ou à la plane sur les manches d'outils et les douelles.

Les déchets de rectification de longueurs de rondins sont rares : les pièces étaient tronçonnées à leur bonne longueur avant leur pose au cœur de la mine. Le calage en force des pièces trop courtes pouvait être réalisé avec les cales ou les coins retrouvés à plusieurs reprises dans les comblements (Py, 2009, II : p. 841). Les pièces d'éclayage retrouvées en place ont été simplement calées en force sans utilisation de calfatage.

## Discussion

L'étude des vestiges ligneux de Fangeas indique que la plupart des maillons de la chaîne opératoire technique du travail du bois était réalisée aux abords directs des sites d'extraction. Le carreau de la mine était un véritable chantier de charpenterie grossière attesté notamment par les nombreuses chutes et les débris de taille scellés dans les remblais noirs.

Tous les outils caractéristiques de la charpenterie de mine, depuis l'Antiquité jusqu'à la Renaissance, sont réunis à Fangeas (haches, herminette, tarières, ciseaux, ébauchoirs) (Maggiori, 2001), à l'exception de la scie, littéralement proscrite. Outil de patience, de minutie, et d'entretien délicat, elle n'a apparemment pas sa place sur le carreau de la mine médiévale où prédominent la force, la rapidité d'exécution et la rusticité. Elle est remplacée par la hache pour le tronçonnage et par les coins et la masse pour le débit de long.

En dépit de son usage très ancien pour la charpenterie et la menuiserie, attesté par l'iconographie et les découvertes archéologiques (Arnold, 1992), son introduction pour le travail en forêt entre la fin du XII<sup>e</sup> et le XIII<sup>e</sup> siècle paraît très limitée. Il semblerait même que son maniement et son forgeage



Vue de face  
(cl. V. Py 2008)



Détail des traces d'enlèvement depuis l'orifice 2  
(cl. V. Py 2008)

**Fig. 10.** Clichés de détail des orifices d'insertion de la pièce GF 18 destinés à accueillir deux pièces horizontales orientées obliquement (cl. V. Py).

n'étaient pas encore parfaitement maîtrisés<sup>6</sup>. Dans l'iconographie minière de la Renaissance, la scie à cadre est représentée pour des opérations de tronçonnage, mais l'usage de la hache persiste pour le débit de long (Groff, 1530, « Les charpentiers et charpenteries » ; Agricola, 1556, livre VIII, gravure 30).

Pour l'abattage, pour le débit de long ou encore pour la confection d'assemblages, le mineur de Fangeas applique des techniques de travail ancestrales attestées en contexte d'habitat, pour la plupart, dès le Néolithique ou l'Âge du bronze (Gerner, 1995 ; Pillonel, 2007). Il en est de même pour l'élaboration des principaux équipements de la mine qui sont connus depuis la Protohistoire : *Kletterbaüme*, plancher avec étais calés en force, goulottes, torches en bois, levier à butée, etc. (Barth, Neubauer, 1991 ; Cauuet, 1997 ; Domergue, 1990 ; Maggiori, 2001). La longévité de techniques et de certains usages caractéristiques de la charpenterie grossière signe la persistance d'une tradition du travail du bois en contexte minier adaptée aux exigences du souterrain et fondée sur la parfaite maîtrise du maniement de la hache. Attesté par un manche en frêne (*Fraxinus* sp.) découvert dans le Grand Puits, cet outil emblématique du « chef des montagnes » ou *houltman* de la Renaissance suit le mineur de Fangeas dans toutes les étapes de la chaîne opératoire, jusqu'au front de taille pour la préparation des bûchers (Py, 2009).

Enfin, la reconnaissance plus systématique des saisons d'abattage, dont l'étude doit être approfondie, serait un bon moyen d'affirmer l'hypothèse

6. Dans les Alpes-de-Haute-Provence, dans la région de Colmar, on voit mentionner des scies à bras – *serris cum brachis* – à la fin du XIII<sup>e</sup> siècle pour l'abattage et le débitage en forêt. D'après les consuls, les paysans munis de cet outil faisaient cent fois plus de dégâts que les scies mécaniques à cause de leur nombre et de leur maladresse : [...] *homines pauperes et nihil habentes, cum serris ad brachis in centuplum quam antea consumptionem fecerunt*. Acte de 1296 (arch. de Colmar, sans cote) mentionné et transcrit en partie par Th. Sclafert (Sclafert, 1959 : p. 40, n. 33 et 34).

d'une exploitation saisonnière de la mine par des agropasteurs mettant à profit les périodes de moindre activité pour l'extraction des métaux. Une campagne pouvait théoriquement durer depuis le tout début de l'automne jusqu'à ce que le manteau neigeux constitue un handicap. Mais encore faut-il pouvoir démontrer avec certitude que ces conditions, qui nous apparaissent extrêmes, auraient réellement rebuté des montagnards à cette époque. Nous pensons que non. En effet, le travail par le feu est plus facile à gérer en hiver lorsque l'air extérieur est plus froid que dans la mine, facilitant la circulation des courants d'air et l'aérage. De plus, avec le froid, les problèmes d'exhaure sont moins importants, évitant aux mineurs de longues séances d'écopage manuel et facilitant l'avancée des travaux (Py, 2009).

## Conclusion

Ébauchée avec l'étude de la documentation archéologique et historique acquise jusqu'à présent, l'histoire de la forêt et de ses usages miniers au Moyen Âge prend une dimension nouvelle avec l'étude morpho-technologique des bois de Fangeas. On s'introduit dans le quotidien des mineurs aux XI<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> siècles, dans la forêt, sur le carreau et au cœur de la mine. Des opérations apparemment aussi simples que l'abattage, le transport, le tronçonnage ou le débitage d'un arbre relèvent de la maîtrise de techniques et d'un véritable savoir-faire. Pour autant, il ne faut pas exclure la polyvalence des hommes qui travaillent la terre et élèvent les troupeaux. Certains ont pu, à côté de leur activité agropastorale, se spécialiser dans un artisanat du feu ou du bois, et par conséquent dans un artisanat minier. À la lueur de données techniques précises, il est enfin possible de caractériser le niveau de technicité et les modalités du travail forestier de mineurs exploitant en haute montagne un gisement de métaux précieux.

Les quelques éléments d'interprétation proposés ici font état d'un arrêt sur image d'une recherche en cours, sur le terrain comme en laboratoire, et dont l'assise méthodologique est à consolider avec la constitution de référentiels expérimentaux (traces d'outils et copeaux). Elle a tout de même le mérite de mettre en lumière le formidable potentiel des sites miniers, même de faible envergure, pour l'histoire des techniques et des usages du bois. Concernant Fangeas, l'ensemble des données acquises et à acquérir et la description précise des différents groupes de bois travaillés feront l'objet d'un article détaillé dans l'ouvrage monographique du site.

## Bibliographie

- AGRICOLA G., 1556.– *De Re Metallica*, traduit de l'édition originale latine de 1556 par A. France-Lanord, Thionville, Gérard Klopp, 1987.
- ANCEL B., 1992.– L'aménagement des puits d'extraction au XVI<sup>e</sup> siècle à Sainte-Marie-aux-Mines, in: *Techniques minières de l'Antiquité au XVIII<sup>e</sup> siècle*, actes du 113<sup>e</sup> congrès

- national des sociétés savantes, Strasbourg, 5-9 avril 1988, section d'histoire des sciences et des techniques, Paris, CTHS, p. 395-405.
- ANCEL B., PY V., 2008.– L'abattage par le feu: une technique minière ancestrale, *Archeopages*, 22, « Mines et carrières », p. 34-41.
- ARNOLD B., 1992.– Batellerie gallo-romaine sur le lac de Neuchâtel (tome I), *Archéologie neuchâteloise*, 12, office et musée cantonal d'archéologie de Neuchâtel, 99 p.
- BAILLY-MAITRE M.-C., JOURDAIN-ANNEQUIN C., CLERMONT-JOLY M. (dir.), 2008.– *Archéologie et paysages des mines anciennes, de la fouille au musée*, Paris, Picard, 276 p.
- BERTH F. E., NEUBAUER W., 1991.– *Salzbergwerk Hallstatt: Appoldwerk Grabung 1979/80*, Hallstatt, Verlag des Musealvereines Hallstatt, 53 p.
- BERNARDI PH., 2008.– L'influence de la lune, in: Ph. Bernardi (dir.), *Forêts alpines et charpentes en Méditerranée*, L'Argentière-la-Bessée, les éditions du Fournel, p. 69-70.
- CAUDET B., 1997.– Boisages et techniques d'exhaure gaulois à la mine d'or de La Fagassière (Château-Chervix, Haute-Vienne), *PALLAS (Mélanges Cl. Domergue)*, 46, p. 197-218.
- CAUDET B., 2001.– Techniques de boisages dans les mines d'or gauloises du sud-ouest du Massif central. Mines et métallurgie en Gaule, *Gallia*, 57-2000, p. 129-146.
- CHABAL L., FEUGÈRE M., 2005.– *Le mobilier organique des puits antiques et autres contextes humides de Lattara*, Lattara, 18, p. 137-188.
- DOMERGUE C., 1990.– *Les mines de la péninsule Ibérique dans l'antiquité romaine*, Rome, École française de Rome Éditions, coll. de l'école française de Rome, 127, 625 p.
- GERNER M., 1995.– *Les assemblages des ossatures et charpentes en bois, construction, entretien, restauration*, adapté de l'allemand par M. Genevri, Paris, Eyrolles, 190 p.
- GROFF H., 1530.– *La Rouge Myne de Saint Nicolas*, 1530, in: E. Brugerolles, H. Bari, P. Benoît, P. Fluck et H. Schoen, *La mine mode d'emploi. La rouge myne de Saint-Nicolas de la Croix dessinée par Heinrich Groff*, Paris, Gallimard, 1992.
- MAGGIORI L., 2001.– *Les incidences techniques de l'utilisation des boisages et des équipements en bois sur l'architecture des réseaux miniers (de l'Antiquité jusqu'au XVI<sup>e</sup> siècle)*, mémoire de DEA, université de Provence, Aix-Marseille I, 2 vol., 256 p.
- OZENDA P., 1994.– *Végétation du continent européen*, Paris, p. 160-185.
- PILLONEL D., 2007.– Technologie et usage du bois au Bronze final, *Archéologie neuchâteloise*, 37, office et musée cantonal d'archéologie de Neuchâtel, 322 p.
- PETITCOLAS V., ROLLAND C., MICHALET R., 1997.– Croissance de l'épicéa, du mélèze, du pin cembro et du pin à crochets en limite supérieure de la forêt dans quatre régions des Alpes françaises, *Annales des Sciences Forestières*, 54 (8), p. 731-745.
- PY V., 2009.– *Mine, bois et forêt dans les Alpes du Sud au Moyen Âge. Approches archéologique, bioarchéologique et historique*, thèse de doctorat, université de Provence, 1 332 p. et 116 p.
- PY V., ANCEL B., 2007.– Exploitation des mines métalliques de la vallée de Freissinières (Hautes-Alpes, France): contribution à l'étude de l'économie sud-alpine aux IX<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> siècles, in: P. Della Casa, K. Walsh (ed.), *Interpretation of sites and material culture from mid-high altitude mountain environments*, actes de la session montagne du col-

loque de l'European Association of Archaeologists, Lyon, septembre 2004, *Preistoria Alpina*, 42, p. 83-93.

SCLAFERT T., 1959.– Cultures en Haute-Provence. Déboisements et pâturages au Moyen Âge, *Les hommes et la terre*, IV, Paris, SEVPEN, 271 p.



n°	conte x te	compartiment du plancher	niveau	orientation	inclinaison	refendu	rondin	carbonisé partiellement	cassé	travaillé	encoché	longueur cm	section cm	aubier	traces	essence	remarques techniques – fonction	dessin	dendrochrono.
1	éboulis	II	sup	T	H		X					60	10	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	bois de feu ?	X	X
2	éboulis	II	sup	T	H	X						90	15 × 4	X	coins fer	n. déterminé	planche grossière	X	X
3	sur RP	II et III	sup	L	H		X					185	10	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	sur-bille ? / étai ?	X	X
4	sur RP	III	sup	L	H	X		X				115	15 × 10	?	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	tordu / billot ?	X	X
5	éboulis	I et II	sup	L	H	X		X			X	135	(30)25 × 4	X (?)	cognée/hache – herminette	n. déterminé	goulotte ?	X	X
6	éboulis	II	sup	T	T		X					125	5	X	cognée/hache	n. déterminé	perche	X	X
7	éboulis	II	sup	T	T		X					215	5	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	perche	X	X
8	éboulis	I et II	sup	O	O		X					215	12	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	tronc / poteau ?	X	X
9	éboulis	II	sup	L	H	X					X	70	7 × 3	?	hache à aplanir/ciseau ?	<i>Larix-Picea</i>	planchette avec entaille	X	X
10	sur RN	I	sup	L		X						75	8 × 4	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	planchette	X	X
11	sur RN	I	sup	L		X						60	5 × 4	?	cognée/hache	n. déterminé	planchette ? arrachement longi.	X	X
12	sur RN	I	sup	L		X		XX				50	12 × 10	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	bois de feu moignon quartier	X	X
13	sur RN	I	sup	L		X		X				40	10 × 8	X (?)	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	bois de feu	X	X
13b	sur RN	I	sup	L		X		X				78	20 × 15	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	branche/ bois de feu ?	X	X
14	sur RN	I	sup	L			X					90	8	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	étai ?	X	X
15	sur RN ?	I ?	sup	L		X						95	6 × 2		cognée/hache/coins masse	<i>Larix-Picea</i>	latte, piquet	X	X
16	éboulis	I et II	sup	L	O		X				X	195	11	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	embrèvements/étai ?	X	X
17	éboulis	I	sup	L	L		X					110	13	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	étai ?	X	X
18	éboulis	I	sup	L	L	X					X	140	(30)25 × 10	X	cognée/hache – herminette	<i>Pinus cembra</i>	mortaises ? vermoulu	X	X
19	éboulis	I	sup	T	T		X					160	9	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	étai ?	X	X
20	éboulis	II	sup	T	T	X						150	20 × 3		débitage coins masse	<i>Larix-Picea</i>	planche	X	X
21	éboulis	II	sup	T			X					105	23	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	poteau/étai ?	X	X
22	sur RP	II et III	sup	L	L		X					200	8	X	cognée/hache	n. déterminé	étai ?	X	X
22b	éboulis ?	I ?	sup	L	L	X						140	18 × 3			n. déterminé			
23	éboulis	I	pl	L	L	X			X			100	11 × 3		cognée/hache/coins masse	<i>Larix-Picea</i>	éclat refend longitudinal	X	X
24	réparation	I et II	pl	L	L	X		XX				125	15 × 6		cognée/hache	n. déterminé	sur-dosse/petit plateau	X	X
25	réparation	I	pl	L	L		X					170	10	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	poteau ?	X	X
26	réparation	II	pl	L	H	X		X			X	160	14 × 10	X	cognée/hache – coins et masse	<i>Larix-Picea</i>	demi-bille/embrèvements	X	X

n°	conten	compartiment du plancher	niveau	orientation	inclinaison	refendu	rondin	carbonisé partiellement	cassé	travaillé	encoché	longueur cm	section cm	aubier	traces	essence	remarques techniques – fonction	dessin	dendrochron.
27	réparation	II	pl	L	L		X					135	12	X	cognée/hache	Larix-Picea	étais ?	X	X
28	réparation	I et II	pl	L	H		X					300	12	X	cognée/hache	Larix-Picea	longrines ?	X	X
29	parois	II	pl	T	T	X		X				130	40 × 4		débitage coins masse	Larix-Picea	planche mal débitée	X	X
30	réparation	II	pl	L	L	X		X				140	9 × 8		cognée/hache	n. déterminé	piquet ? (appointé)	X	X
31	réparation	II	pl	O	O	X		X				120	15 × 4	X	tordu – débité coins masse	Larix-Picea	planche	X	X
32	réparation	II	pl	L	H	X						85	10 × 3		hache à aplanir	Larix-Picea	planchette/cale ?	X	X
33	réparation	II	pl	L		X			X			155	15 × 11	X	cognée/hache/coins masse	Larix-Picea	poutre	X	X
34	réparation	II	pl	L	H		X					170	9	X	cognée/hache	Larix-Picea	étais	X	X
35	réparation	II et III	pl	O	H	X						120	27 × 5	X	cognée/hache/coins masse	n. déterminé	planche grossière	X	X
36	réparation	III	pl	O	H	X			X		X	57	11 × 9		cognée/hache – tarière	Larix-Picea	montant échelle	X	
37	réparation	III	pl	O	H	X						20	14 × 11		cognée/hache	n. déterminé	chute (bois de feu)		
38	réparation	III	pl	L	H	X						40	11 × 4		cognée/hache	n. déterminé	chute (bois de feu)		X
39	réparation	III	pl	L	H	X		XX				35	10 × 5		cognée/hache	n. déterminé	chute (bois de feu)		X
40	éboulis	II	inf	T	T		X	X				90	10	X	cognée/hache	Larix-Picea	étais (blanchi)	X	X
41	éboulis	II	inf	V	V	X						70	22 × 20	X	cognée/hache	Larix-Picea	bois de feu	X	X
42	éboulis	II	inf	O	O		X					160	9	X	cognée/hache	Larix-Picea	étais ?	X	X
43	éboulis	II	inf	O	O	X						145	8 × 6		cognée/hache/coins masse	Larix-Picea	chevron grossier	X	X
44	dans RN	I	inf	T	T	X						140	30 × 7	X (?)	cognée/hache/coins et masse	Larix-Picea	goulotte ?	X	X
45	dans RN	I	inf	T	T	X						65	8 × 3		cognée/hache	Larix-Picea	chutes bois de feu		X
46	dans RN	I	inf	T	T	X		X				85	6 × 7		cognée/hache	Larix-Picea	chutes bois de feu		X
47	dans RN	I	inf	T	T	X						105	22 × 3	X ?	cognée/hache/coins masse	Larix-Picea	planche grossière	X	X
48	éboulis	II	inf	L	H		X					90	6	X	cognée/hache	Larix-Picea	tronc courbe – étais ?	X	X
49	éboulis	II	inf	L	H		X					150	9	X	cognée/hache	Larix-Picea	étais ?	X	X
50	étais A2	II	inf	T	T	X						105	4 × 5	X	cognée/hache	Larix-Picea	étais (blanchi)	X	X
51	éboulis	II	inf	O	O	X						115	13 × 4	X	cognée/hache – coins et masse	Larix-Picea	dosse grossière	X	X
52	éboulis	II	inf	O	O	X						160	5 × 5	X	cognée/hache	Larix-Picea	étais B2	X	X
53	éboulis	II	inf	O	O		X				X	155	10	X	cognée/hache	Pinus sp.	étais ?	X	X
54	éboulis	II	inf	L	H	X						70	17 × 3	X	cognée/hache	Larix-Picea	dosse	X	X
55	éboulis	II	inf	L	H	X						85	9 × 6	X	cognée/hache	Larix-Picea	étais ?	X	

n°	conte x te	compartiment du plancher	niveau	orientation	inclinaison	refendu	rondin	carbonisé partiellement	cassé	travaillé	encoché	longueur cm	section cm	aubier	traces	essence	remarques techniques – fonction	dessin	dendrochrono.
56	éboulis	II	inf	O	H		X				X	210	11	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	étau (embrèvement)	X	X
57	dans RP	III	pl	L	L	X	X		X			165	6		cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	3 fragments perche		X
58	réparation	II et III	pl	L	H	X						110	19 × 7	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	panne /étau ?	X	X
59	réparation	III	pl	O	H	X		X				65	20 × 3	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	dosse	X	X
60	plancher	III	pl	L	H	X						90	14 × 4	?	cognée/hache – coins et masse	n. déterminé	planche grossière	X	X
61	éboulis	III	inf	T	H		X					185	11	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	étau	X	X
62	plancher	III	pl	L	H	X						111	21 × 6	X	cognée/hache – coins et masse	<i>Larix-Picea</i>	grosse dosse	X	X
63	réparation	III	pl	L	H		X					129	7	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	étau	X	X
64	réparation	III	pl	L	H	X						59	7,5	X	cognée/hache	<i>Pinus cembra</i>	courte demi-bille	X	X
65	dans RP	III	pl	T	O		X					101	6	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	tronc non ébranché, étau ?	X	
66	réparation	III	pl	L	H	X						120	18	X	cognée/hache – coins et masse	<i>Pinus cembra</i>	tronc fendu en 2	X	X
67	réparation	III	pl	L	H		X					59	12	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	bois de feu ?	X	X
68	sur RN	III et IV	inf	L	H							79	20 × 24	X	cognée/hache/coins masse	<i>Pinus cembra</i>	quartier avec branches (vermoulu)	X	X
69	sur RN	IV	inf	O	O	X		X				55,3	19,5 × 16	X	cognée/hache coins	<i>Larix-Picea</i>	bois de feu (quartier)	X	X
70	sur RN	IV	inf	O	O	X		X				37	27 × 8	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	bois de feu	X	X
71	sur RN	IV	inf	T	H	X		X				36	25 × 14	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	bois de feu	X	X
72	sur RN	IV	inf	L	H	X						66	15 × 1,5-3,5	X	cognée/hache coins	<i>Larix-Picea</i>	bois de feu ? (dosse grossière)	X	X
73	sur RN	IV	inf	L	H							168	7	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	étau	X	X
74	sur RN	IV	inf	T	O							131	20 × 6	X	cognée/hache coins	<i>Larix-Picea</i>	poutre, étau ?	X	X
75	sur RN	IV	inf	T	O		X					86	14,5	X	cognée/hache	<i>Pinus cembra</i>	étau	X	X
76	sur RN	IV	inf	T	O		X					116	7	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	étau ?	X	X
77	sur RN	V	inf	L	O	X				X		139	18 × 1-2,5	X	cognée/hache herminette	<i>Larix-Picea</i>	goulotte	X	X
78	sur RN	V	inf	L	O	X		X				96	9,8 × 2		cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	planchette	X	X
79	sur RN	V	inf	O	O										cognée/hache coins-masse	n. déterminé	plateau		
80	sur RN	V	inf	L	O	X		X				79,5	6 × 6	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	section triangulaire	X	X
81	sur RN	V	inf	L	H	X						129	20 × 18	X	cognée/hache coins	<i>Larix-Picea</i>	bois de feu	X	X
82	sur RN	V	inf	O	O							172	6	X	cognée/hache	<i>Larix-Picea</i>	tronc ébranché	X	

n°	conte x te	compartiment du plancher	niveau	orientation	inclinaison	refendu	rondin	carbonisé partiellement	cassé	travaillé	encoché	longueur cm	section cm	aubier	traces	essence	remarques techniques – fonction	dessin	dendrochrono.
83	sur RN	V	inf	T	O		X					115	14	X	cognée/hache	Larix-Picea	tronçon tronc (étai?)	X	X
84	sur RN	III et IV	inf	L	H	X						140	7 × 5,5	?	cognée/hache	Larix-Picea	bois courbe	X	X
85	sur RN	IV	inf	T	O							127	6,7	X	cognée/hache	Larix-Picea	étai	X	
86	sur RN	IV	inf	T	O	X						84,3	10,7 × 3	?	cognée/hache	Larix-Picea	planche	X	X
87	sur RN	III et IV	inf	L	H	X						134	17 × 6	?	cognée/hache-coins masse	Larix-Picea	plateau irrégulier	X	X
88	dans RN	II et III	inf	O	O							139	7,5	X	cognée/hache	Larix-Picea	tronc ébranché (étai?)	X	X
89	sur RN	IV	inf	L	H	X			X			91	4,5	X	cognée/hache	Larix-Picea	pieux	X	X
90	sur RN	IV	inf	L	H	X						48	20 × 15	?	cognée/hache	Larix-Picea	bois de feu	X	X
91	sur RN	V	inf	L	H	X						90,5	10 × 4		cognée/hache	Larix-Picea	bois de feu? Chute	X	X
92	sur RN	V	inf	L	H	X						74	19 × 2		cognée/hache coins	Larix-Picea	planche (arrachements)	X	
93	sur RN	V	inf	L	H	X		X				51,5	20,5 × 8	X	cognée/hache coins	Larix-Picea	bois de feu (dosse)	X	X
94	sur RN	V	inf	L	H		X					53	8,5	X	cognée/hache	Larix-Picea	bois de feu (?)	X	X
95	sur RN	V	inf	L	H	X						77,3	6,7 × 3,1	?	cognée/hache	Larix-Picea	bois de feu?	X	
96	sur RN	IV	inf	V	V	X		XX				78,5	12,3 × 6	X	cognée/hache coins	Larix-Picea	bois de feu (dosse)	X	X
97	sur RN	IV	base	L	H	X		X				48	16 × 5,2	?	cognée/hache	Larix-Picea	bois de feu	X	X
98	dans RN	IV	base	L	H	X				X	X	92,5	10,5 × 3,2	?	cognée/hache	Pinus cembra	entailles, rainure, trace clou?	X	
99	dans RN	IV	base	O	H		X	X				49	9	X	cognée/hache	Larix-Picea	bois de feu	X	X
100	dans RN	III et IV	base	L	H							99,7	3	X	cognée/hache	Larix-Picea	perche	X	
101	dans RN	III	base	O	H	X						132	12,5 × 8	?	cognée/hache coins	Larix-Picea	petite poutre / étai?	X	X
102	dans RN	III	base	L	H	X						83	14,5 × 6		cognée/hache	Pinus cembra	bois de feu (?)	X	
103	dans RN	III	base	O	H	X			X			71	13,5 × 5,8	X	cognée/hache coins	Larix-Picea	dosse grossière	X	X
104	dans RN	III	base	T	O	X						99,5	20 × 4	×	cognée/hache	Lari × -Picea	bois de feu (?)	×	×

**Tab. 2.** Liste des grands bois de la Grande Fosse.

RN = Remblais Noirs

RP = Remblais plancher

sup = supérieur

inf = inférieur

pl = plancher

n°	contexte	refendu	tronc/branche	rondin	carbonisé partiellement	cassé	travaillé	encoché	longueur cm	section cm mesures ma x	aubier	traces	essence	remarques techniques – fonction	dessin	dendrochrono.
1	US 3		X						78	4	X	hache/cognée	n. déterminé	appointé – pieux – piquet?	X	X
2	US 3	X	X			X			60	16 x ?	X	hache/cognée	n. déterminé	étais cassé?	X	X
3	US 3			X		X			66	16	X		n. déterminé	étais cassé?	X	X
4	US 3	X					X		90	8 x 3		hache/cognée	n. déterminé	planchette – entailles superficielles clivage radial	X	X
5	US 3		X						260	8	X	hache/cognée	n. déterminé	appointé – poteau? étais?	X	X
6	US 3		X						134	8	X	hache/cognée	n. déterminé	étais?	X	X
7	US 3	X				X			110	12 x 3	X	hache/cognée + coins	n. déterminé	dosse	X	X
8	US 3		X						184	10	X	hache/cognée	n. déterminé	traces abattage – poteau?	X	X
9	US 3		X						58	4	X	hache/hachette	n. déterminé	piquet?	X	X
10	US 3	X							90	12 x 4	X	hache/cognée + coins	n. déterminé	poteau, madrier?	X	X
11	US 3	X			X	X			100	20 x ?		hache/cognée + coins	n. déterminé	?	X	X
12	US 3	X							126	14 x 3	X	hache/cognée + coins	n. déterminé	planche – clivage tangentiel	X	X
13	US 3		X			X			70	10	X	hache/cognée	n. déterminé	tronçon arraché tronc	X	X
14	US 3		X						102	8	X	hache/cognée	n. déterminé	étais?	X	X
15	US 3		X			X			84	6	X	hache/cognée	n. déterminé	étais?	X	X
16	US 3		X			X			80	5	X	hache/cognée	n. déterminé	étais?	X	X
17	US 3		X						90	6	X	hache/cognée	n. déterminé	?	X	X
18	US 3		X			X			156	10	X	hache/cognée	n. déterminé	poteau?	X	X
19	US 3		X						110	6	X	hache/cognée	n. déterminé	étais?	X	X
20	US 3			X					66	16	X	hache/cognée	n. déterminé	?	X	X
21	US 3		X				X		272	18	X	hache/cognée	n. déterminé	poteau à fourche	X	X
22	US 3		X				X	X	262	18	X	hache/cognée + herminette	<i>Larix-Picea</i>	<i>Kletterbaum</i>	X	X

n°	contexte	refendu	tronc/branche	rondin	carbonisé partiellement	cassé	travaillé	encoché	longueur cm	section cm mesures ma x	aubier	traces	essence	remarques techniques – fonction	dessin	dendrochrono.
23	US 3		X		X		X		115	26	X	hache/cognée + herminette	<i>Pinus cembra</i>	goulotte	X	X
24	US 3	X							90	25 × 5	X	hache/cognée + coins	<i>Larix-Picea</i>	dosse	X	X
25	US 3	X							205	28 × 4	X	hache/cognée + coins	<i>Larix-Picea</i>	planche – clivage tangentiel	X	X
26	US 3	X							79	25 × 4	X	hache/cognée + coins	<i>Larix-Picea</i>	dosse	X	X
27	US 3	X							152	34 × 4	X	hache/cognée + coins	<i>Larix-Picea</i>	planche – clivage tangentiel encoche embrèvement	X	X
poutre 1	US 3		X		X		X		160	27	X	hache/cognée – tarière ébauchoir	<i>Larix-Picea</i>	poteau chevillé	X	X
poutre 2	US 3		X			X			175	26		hache/cognée	<i>Larix-Picea</i>	poteau	X	X
poutre 3	US 3	X	X					X	250	30	X	hache/cognée – bisaiguë	<i>Larix-Picea</i>	poteau avec orifice insertion	X	X

**Tab. 3.** Liste des grands bois du Grand Puits.

n°	description	localisation	longueur cm	largeur cm
RN1	manche d'outil (hache)	GF sous pl. – 4 m	26,5	3,6
RN2	manche d'outil (houe?)	GF sous pl. – 4 m	57,7	
RN3	cheville charpentière? petit piquet?	GF sous pl. remb. noirs	21	
RN4	cheville charpentière? petit piquet?	GF sous pl. – 4 m	15,7	
RN5	chute? cale?	GF sous pl. remb. noirs	11	4 à 5,5
RN6	douelle?	GF sous pl. remb. noirs	22	6,5 à 10
RN7	frag. fond de cuveau monoxyle	GF sous pl. remb. noirs	22,5	9 (max)
RN8	cale/coin	GF sous. pl. – 2 m	9	3,2
RN9	cale/coin	GF sous. pl. – 2 m	9,5	2 à 3,3
RN10	branche trouée (?)	GF sous. pl. remb. noirs	9	
RN11	branche brisée en 2	GF sous. pl. remb. noirs	18,5	
RN12	chute de taille (refend)	GF sous. pl. remb. noirs	18	2,5
RN13	frag. de branche	GF sous. pl. remb. noirs	9	
RN14	frag. de branche	GF sous. pl. remb. noirs	11	
RN15	déchet taille – blanchissage – plan tangentiel	GF sous. pl. remb. noirs	11,4	5,5
RN16	frag. planchette très fine et étroite brisée	GF sous. pl. remb. noirs	8,5 + 6	3,5
RN17	<i>Kienspäne</i> (torche buccale)	GF sous. pl. remb. noirs	23	1,5
RN18	lot de 4 frag. de branches – chevilles charpentières?	GF sous. pl. remb. noirs	10; 10; 9; 7,5	
RN19	chute de taille (refend)	GF sous. pl. remb. noirs	27	3 à 3,5
RN19bis	frag. de <i>Kienspäne</i>	GF sous. pl. remb. noirs	8	1,5
RN20	chute de taille	GF sous. pl. remb. noirs	8,5	3,8
RN21	Levier à butée	GF sous. pl. remb. noirs	12,8	2,5 à 3,4
RN22	bois refendu de sect° quadr. en pointe à 1 extré	GF sous. pl. remb. noirs	19	2,5
RN23	bois refendu de sect° quadr. en pointe à 1 extré	GF sous. pl. remb. noirs	20	4
RN24	branche avec trace coupe en biseau	GF sous. pl. remb. noirs	14,5	
RN25	gros copeau	GF sous. pl. remb. noirs	5,5	5,2
RN26	gros copeau	GF sous. pl. remb. noirs	3	4
RN27	copeau, petit éclat	GF sous. pl. remb. noirs	3,4	2
RN28	frag. de branche avec traces outils > lame mal affûtée	GF sur pl.	13	
RN29	frag. de refend, grosse chute avec traces outils	GF sous. pl. remb. noirs	19	3,5 à 6
RN30	cheville charpentière?	GF sous. pl.	11	
RN31	gros copeau débité dans plan longitudinal	GF sous. pl.	6	4,7
RN32	chute sect° quadr. fendue dans plans radial et tangen.	GF sous. pl.	29	1,8
RN33	latte avec usures sur 1 face (baguette comptage???)	GF sous. pl.	21,5	3,3
RN34	gros copeau > dégrossissage hache éclat par éclat	GF remb noirs – 2 m	8	8
RN35	frag. de <i>Kienspäne</i> ?	GF remb noirs – 2 m	11	1,4
RN36	frag. de cheville charpentière?	GF remb noirs – 2 m	9	
RN37	branche ou jeune tronc coupé en biseau	GF remb noirs – 2 m	31,5	
RN38	chute de poutrelle à rainure	GF remb noirs – 2 m	12,5	6 à 7
RN39	branchette (éclatée)	GF remb noirs – 2 m		
RN40	chute section quadr.	GF sous. pl. remb. noirs	10	3
RN41	gros copeau	GF sous. pl. remb. noirs	6,5	4
RN42	chute de taille triangulaire	GF sous. pl. remb. noirs	9,3	6 à 7
RN43	chute de taille à demi carbonisée	GF sous. pl. remb. noirs	13,5	5
RN44	branche avec boursouffure	GF sous. pl. remb. noirs	20	
RN45	frag. de refend avec sect° quadr.	GF sous. pl. remb. noirs	15	3
RN46	frag. de plèche (2)	GF sous. pl. remb. noirs	courbes	1,3 à 2

Tab. 4. Liste des objets et menus bois déterminés (essence).



TECHNIQUES ET USAGES DU BOIS DES MINEURS À FARAVELLUM AUX XI<sup>e</sup>-XIII<sup>e</sup> SIÈCLES

ép. cm	dia. cm	essence	remarques techniques
2,3		<i>Fraxinus</i> sp.	brisé, entailles transversales et encoches
	3	<i>Fraxinus</i> sp.	brisé en 2, trou traversant (?)
	2,2 à 3,5	<i>Betula</i> sp.	pointe taillée avec 1 ciseau – écorce résiduelle – autre extré taillée avec petite lame
	1,8 à 2,3	<i>Larix-Picea</i>	pointe taillée dans branche avec 1 ciseau, contour présente enlèvements
3		n. déterminé	2 coupes en biais à chaque extrémité (trans)
0,5 à 1		<i>Larix-Picea</i>	trace de carbonisation
1,3 à 2,2		<i>Pinus cembra</i>	chanfrein réalisé avec ciseau à gouge?? trace en creux
1 à 1,5		<i>Larix-Picea</i>	traces tailles longitudinales tangentiel – finition ciseau
0,2 à 0,8		<i>Larix-Picea</i>	traces tailles longitudinales radiales – finition ciseau
	2,2	<i>Fraxinus</i> sp.	moelle évidée
	2 à 2,5	<i>Larix-Picea</i>	ras
0,5 à 1		<i>Pinus cembra</i>	pointe légèrement carbo baguette d'éclairage?
	2	Feuillu	ras à revoir
	1,5	<i>Pinus cembra</i>	ras
0,7 à 1,4		<i>Larix-Picea</i>	trace coupe transversale, arrachement longitudinal + coupe oblique
0,3 à 0,5		<i>Fraxinus</i> sp.	1 côté chanfreiné – appartient à un objet assemblé, boîte?
0,2		<i>Pinus cembra</i>	pointe carbonisée – fendue ds plan radial, coupe en biais extré non carbonisée
	1,8; 2,4; 2,1; 2	<i>Betula</i> sp.	branche brisée en plusieurs morceaux
1,7 à 2,5		<i>Larix-Picea</i>	traces outil, herminette – fendage dans plan radial – façonnage
0,2 à 0,9		<i>Pinus cembra</i>	section triangulaire, pointe carbonisée
0,4 à 0,9		<i>Larix-Picea</i>	taille dans le plan radial
2		Feuillu	brisée en 2 et cassée à 1 extrémité
2,1		<i>Pinus cembra</i>	torche? brisé en 2 et 1 extrémité arrachée
1,7		<i>Pinus cembra</i>	torche? 1 extrémité arrachée
	2,3	<i>Pinus cembra</i>	marque défaut lame, serpe? émondoir?
0,5 à 1,4		<i>Larix-Picea</i>	copeau de hache d'abattage
2 à 1,2		<i>Pinus cembra</i>	copeau de hache d'abattage
0,2 à 0,5		<i>Pinus cembra</i>	copeau hache
	5,3	<i>Larix-Picea</i>	traces outils, lame hache ou émondoir mal affûtée
3 à 3,5		<i>Larix-Picea</i>	marque outil mal affûté, 2 stries // à 0,6 cm – typo proche 19
	2,2	Rosaceae	1 coupe biseau autre extré retaillé avec petit tranchant (couteau?)
		<i>Pinus cembra</i>	ras
1,5		<i>Pinus cembra</i>	coupée aux 2 extré à la hache
1,8		<i>Larix-Picea</i>	refendue dans pl. radial et tangen.
1,2		<i>Larix-Picea</i>	fendue dans pl. tangen.
0,4 à 1		<i>Pinus cembra</i>	lamelle de refend longi. Bombée au niveau extré carbo.
	1,8	<i>Pinus cembra</i>	cassée à au moins 1 extré
	5,4	<i>Larix-Picea</i>	coupée à la hache et carbo en pointe à l'autre extré
		<i>Larix-Picea</i>	un côté de la section chanfreiné, extré sciées raine 0,5 à 1 cm de L
	1	n. déterminé	ras
2,4		<i>Larix-Picea</i>	1 coupe transversale nette
0,5 à 1,2		<i>Larix-Picea</i>	ras
2 à 3		<i>Larix-Picea</i>	ras
3,5		<i>Larix-Picea</i>	coupe hache
	2,5 à 2,7	n. déterminé	boursofflure 6,9 × 6,8 cm/traces coupe cerpe???
2,5		n. déterminé	coups d'outils (transversaux) au milieu d'une arête
0,3 à 0,8		<i>Fraxinus</i> sp.	outil tranchant associé à une percussion

